

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-348780

(43)Date of publication of application : 15.12.2000

(51)Int.Cl.

H01M 10/48
G01R 31/36
H02J 7/10

(21)Application number : 11-160018

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP
TOYOTA CENTRAL RES & DEV
LAB INC

(22)Date of filing : 07.06.1999

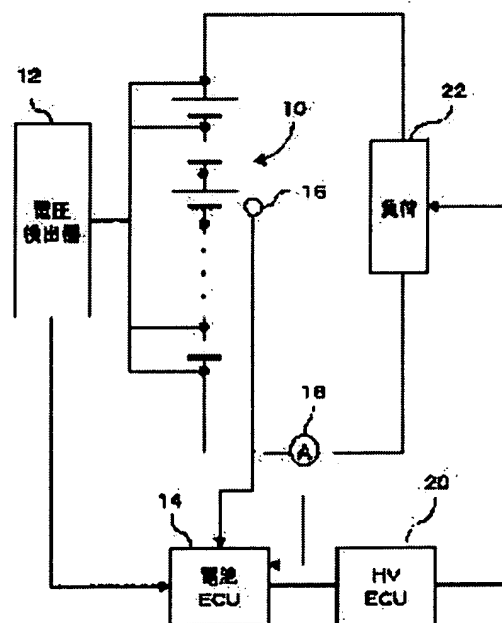
(72)Inventor : KIKUCHI YOSHITERU
KAWAUCHI SHIGEHIRO

(54) BATTERY CHARGE STATE DETECTION DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To effectively correct an SOC-electromotive voltage characteristic.

SOLUTION: When an SOC reaches a predetermined low level, a battery ECU 14 sends a charge request to an HVECU 20. Thereby, the HVECU 20 controls a load 22 so that a battery 10 is charged. When the SOC rises to a predetermined value, the battery ECU 14 compares an SOC variation (Δ SOC (electromotive voltage)) during a period in which forcible charging was carried out with the variation amount of the SOC (Δ SOC (accumulation)) provided by accumulating a battery current detected by a current detector 18, and corrects an SOC-electromotive voltage characteristic based on the comparison result.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

14.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-348780

(P2000-348780A)

(43) 公開日 平成12年12月15日 (2000. 12. 15)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード (参考)

H 0 1 M 10/48

H 0 1 M 10/48

P 2 G 0 1 6

G 0 1 R 31/36

G 0 1 R 31/36

A 5 G 0 0 3

H 0 2 J 7/10

H 0 2 J 7/10

H 5 H 0 3 0

B

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平11-160018

(22) 出願日

平成11年6月7日 (1999. 6. 7)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(71) 出願人 000003609

株式会社豊田中央研究所

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地
の1

(72) 発明者 菊池 義晃

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100075258

弁理士 吉田 研二 (外2名)

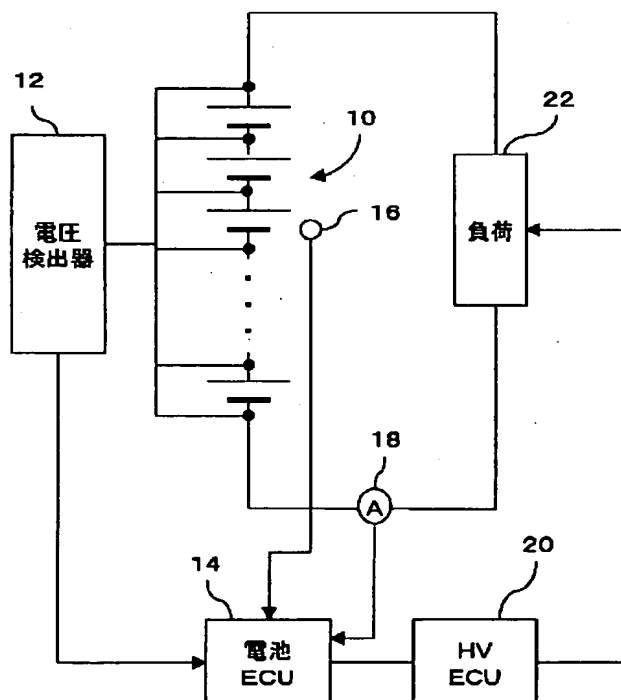
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 バッテリー充電状態検出装置

(57) 【要約】

【課題】 SOC-起電圧特性を効果的に補正する。

【解決手段】 SOCが所定の低レベルになった場合には、電池ECU14が充電要求をHVECU20に供給する。これによって、HVECU20は、バッテリー10への充電が行われるように、負荷22を制御する。SOCが所定値まで上昇した場合には、電池ECU14は強制的な充電を行った期間のSOC変化 (Δ SOC (起電圧)) と、電流検出器18で検出したバッテリー電流を積算して得たSOCの変化量 (Δ SOC (積算)) を比較し、その比較結果に基づき、SOC-起電圧特性を補正する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定期間内のバッテリー電圧及びバッテリー電流に基づき、予め求められているバッテリー充電状態

(以下 SOC という) 一起電圧特性を参照して求められた起電圧 SOC と、前記所定期間内のバッテリー電流の積算値から求められた積算 SOC との比較により、前記 SOC-一起電圧特性を補正するバッテリー充電状態検出装置において、

SOC が所定値以下になった場合に、その後 SOC を一時的に通常目標値より高い上限 SOC まで強制的に上昇させ、その間のバッテリー電圧及びバッテリー電流に基づき前記 SOC-一起電圧特性を補正することを特徴とするバッテリー充電状態検出装置。

【請求項 2】 所定期間内のバッテリー電圧及びバッテリー電流に基づき、予め求められているバッテリー充電状態

(以下 SOC という) 一起電圧特性を参照して求められた起電圧 SOC と、前記所定期間内のバッテリー電流の積算値から求められた積算 SOC との比較により、前記 SOC-一起電圧特性を補正するバッテリー充電状態検出装置において、

SOC が所定値を越えた場合、その後 SOC を一時的に通常目標値より低い下限 SOC まで強制的に下降させ、その間のバッテリー電圧及びバッテリー電流に基づき SOC-一起電圧特性を補正することを特徴とするバッテリー充電状態検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、所定期間内のバッテリー電圧及びバッテリー電流に基づき、予め求められているバッテリー充電状態(以下 SOC という)一起電圧特性を参照して求められた起電圧 SOC と、前記所定期間内のバッテリー電流の積算値から求められた積算 SOC との比較により、前記 SOC-一起電圧特性を補正するバッテリー充電状態検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、バッテリーの充電状態を検出する SOC 検出装置が知られている。例えば、電気自動車のバッテリーについての SOC 検出装置は、通常バッテリーの電流(充放電電流)を積算し、SOC を検出している。電気自動車においては、回生制動による充電は期待できるが、走行中は基本的にバッテリーは放電する。そして、走行しないときに充電器によってバッテリーを満充電にすることで充電状態を回復する。従って、SOC 検出装置は、基本的に満充電からの放電電流を積算し、SOC を検出している。携帯型のパーソナルコンピュータなど各種機器においても、基本的に同様であり、満充電からの放電量を積算することでバッテリーの SOC を検出している。

【0003】エンジン発電機を搭載するハイブリッド車においても、そのバッテリーの SOC 検出には、バッテリー

電流の積算を利用する場合が多い。ところが、ハイブリッド車においては、バッテリー SOC が 50% 程度に維持されるように、充放電を制御する。従って、長期間バッテリーが満充電とならず、バッテリーの充放電電流を長期間積算し、SOC を検出することになる。充放電電流の検出の精度はそれ程悪くはないが、長期間充放電電流の検出を繰り返すと、その誤差がかなり大きくなってしま

う。
【0004】一方、バッテリーの起電圧と、SOC には一応の関係がある。SOC が 50% に近い範囲では、起電圧の変化は小さいが、SOC がかなり小さくなったり、大きくなった場合には、バッテリー起電圧に変化が生じる。そこで、このバッテリー起電圧と SOC の関係を予め調べておき、検出したバッテリー電圧に基づいて SOC を検出することも行われている。

【0005】なお、ニッケル水素バッテリーなどでは、SOC が 50% からかなり離れないと、バッテリー起電圧に変化がないが、他の検出方法と組み合わせることでバッテリー起電圧からの SOC 検出が利用される場合も多い。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、ニッケル水素バッテリーなどでは、バッテリーの充放電を繰り返しているうちに、同じ SOC であってもバッテリーの起電圧が低下してくる現象がある。この現象は、バッテリーのメモリ効果として知られている。図 2 にメモリ効果の例を示す。このメモリ効果は、予め予測することが難しく、一方これを考慮しないと、検出電圧値から求められる SOC が大きく異なるものになってしまう。

【0007】本発明は、このメモリ効果などが発生してもバッテリー電圧に基づいて適切な SOC 検出が行えるバッテリー充電状態検出装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、所定期間内のバッテリー電圧及びバッテリー電流に基づき、予め求められているバッテリー充電状態(以下 SOC という)一起電圧特性を参照して求められた起電圧 SOC と、前記所定期間内のバッテリー電流の積算値から求められた積算 SOC との比較により、前記 SOC-一起電圧特性を補正するバッテリー充電状態検出装置において、SOC が所定値以下になった場合に、その後 SOC を一時的に通常目標値より高い上限 SOC まで強制的に上昇させ、その間のバッテリー電圧及びバッテリー電流に基づき前記 SOC-一起電圧特性を補正することを特徴とする。

【0009】このように、本発明によれば、SOC が所定値に至ったときから、強制的な充電を行い、SOC 変化を大きくして、積算による SOC 変化と比較することができる。そこで、SOC-一起電圧特性についての高精度の補正を達成することができる。また、強制的な放電によっても同様の作用効果が得られる。

【0010】

10

20

30

40

50

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態（以下実施形態という）について、図面に基いて説明する。

【0011】図1は、本発明のバッテリー充電状態検出装置をハイブリッド車に適用したシステムの構成を示すブロック図である。バッテリー10は、多数のバッテリーセルからなっている。本実施形態では、このバッテリー10は、ニッケル水素バッテリーであり、20個のバッテリーセルをまとめて1ブロックとして、このブロックを12個接続して、240個のバッテリーセルを直列接続した300V程度の出力電圧を有している。

【0012】バッテリー10の各ブロック毎の電圧及び全体の電圧は、電圧検出器12で計測され、電池ECU14に供給される。また、この電池ECU14には、バッテリー温度を検出する温度センサ16、およびバッテリー電流を検出する電流検出器18が接続されており、バッテリー温度及びバッテリー電流が電池ECU14に供給される。

【0013】そして、この電池ECU14は、供給される各種データに基づいて、バッテリー10の充電状態（SOC）を検出し、これをHVECU20に供給する。なお、電池ECU14は、電圧検出器12から供給されるブロック毎の電圧値に基づいて、バッテリーセルにおける過放電を検出する。

【0014】このHVECU20は、アクセル開度、ブレーキ踏み込み量、車速などの情報に基づいて決定されたトルク指令に基づき、負荷22を制御する。負荷22は、インバータ、モータなどからなり、バッテリー10からの直流電力をインバータにより、交流電流に変換してモータを駆動するものである。そして、HVECU20からの制御信号によりインバータの動作が制御されることで、モータよりトルク指令に合致したトルクを出力する。また、インバータのスイッチングによって回生制動も行う。なお、本実施形態は、HV車であるため、エンジン及びエンジン駆動のジェネレータを有しており、ジェネレータの発電電力によりバッテリー10の充電ができると共に、エンジンによりモータ出力軸を回転できるようになっている。また、モータとジェネレータは、モータジェネレータとし1つの装置として構成してもよい。

【0015】そして、HVECU20は、電池ECU14から供給されるバッテリー10のSOCの値に従って、モータ出力、エンジン出力などを制御して、バッテリー10のSOCが50%付近になるように制御している。なお、バッテリーセルの過放電が検出された場合には、バッテリー10からの放電を禁止する。

【0016】ここで、電池ECU14においては、電流検出器18の出力値の積算によって、バッテリー10の充放電電流量を計算し、SOCを検出している。しかし、このSOC算出では、上述のように長期間の積算によりSOC検出についての誤差が大きくなる。

【0017】そこで、電圧検出器12において検出した

バッテリー10の電圧値に基づいたSOCの推定も行う。これは、バッテリー10のSOCと起電圧の関係（SOC-起電圧特性）を予め求めておき、そのときの起電圧に応じて、SOCを推定するものである。そして、本実施形態では、SOC-起電圧特性を利用したSOCの検出をメインとし、電流積算によるSOCの推定を補助として利用する。

【0018】ここで、起電圧とは、バッテリー10の出力電圧から、バッテリー10における内部抵抗に起因する電圧降下を減算し、そのときのバッテリー電流の影響を排除した電圧を意味する。すなわち、図3に示すように、バッテリー電圧Vは、電流の増加に伴い減少する。この増減分は、バッテリー内部抵抗 $R \times$ 電流 I で決定される内部抵抗に伴う電圧降下分であり、電流 I に対するバッテリー電圧Vの傾きは内部抵抗値 R に等しくなる。このバッテリー電流が0の時のバッテリー電圧を起電圧 V_0 という。従って、 $V_0 = V + R I$ により起電圧を算出できる。なお、内部抵抗 R は、温度によって変化するため、温度センサ16により検出したバッテリー温度に応じて補正するとよい。すなわち、内部抵抗値 R を温度 T の関数またはマップとして持っておき、検出温度に応じて内部抵抗 R を求めることが好ましい。

【0019】そして、図2のように、メモリ効果が発生すると、この起電圧 V_0 が図3に示すように低くなる。そこで、起電圧 V_0 により、SOCを推定しようとしても、同一のSOCに対する起電圧が変化してしまうため、正確な推定が行えなくなってしまう。

【0020】そこで、本実施形態においては、バッテリーの充電を強制的に行い、そのときのバッテリー電流の積算に基づくSOCの変化と、SOC-起電圧特性に基づくSOCを比較して、SOC-起電圧特性を補正する。すなわち、電池ECU14は、電圧検出器12において検出したバッテリー電圧及び電流検出器18において検出した電流値に基づき起電圧 V_0 を検出する。そして、検出したSOCが所定の低SOC値（しきい値A）に至ったときには、電池ECU14は、充電要求を発生する。これによって、HVECU20は、バッテリー10が充電されるように負荷22を制御する。例えば、通常であれば目標SOCを50%として運転しているところ、目標SOCを70%（しきい値B）に設定する。これによって、SOCが65%に達するまで、バッテリー10への充電が行われるように負荷22が制御され、バッテリー10が強制的にSOC70%まで充電される。そして、SOCが70%に至った時点で、目標SOCが50%に戻り通常の制御に戻る。すなわち、図4において点線で示すように、SOCの変動の少ない低負荷運転の場合には、上述のような制御は行われないが、高負荷運転において、しきい値BにまでSOCが低下したときにはしきい値Aまでの充電がなされる。

【0021】ここで、このSOCがしきい値Aからしき

い値Bに至るまでの電流検出器18で検出したバッテリー電流を積算する。そして、この積算電流値に基づいてこの期間での充電量、すなわちSOCの変化量 ΔSOC (積算)を算出する。なお、充電電流は、必ずしも100%充電に利用されるわけではなく一部は熱発生などで消費される。そこで、積算電流量に、予め求められている充電効率を乗算することで ΔSOC (積算)を算出する。

【0022】そして、この ΔSOC (積算)と、SOC一起電圧特性から求めたSOCの変化量を比較する。

【0023】ここで、積算で求めたSOCの変化量は、短期間ではかなり正しく、 ΔSOC (積算)は、かなり正しい値である。一方、SOC一起電圧特性から求めたSOCはメモリ効果などによって、誤差が生じている場合もある。そこで、電池ECU14において、両SOC変化、すなわち ΔSOC (積算)と ΔSOC (起電圧)を比較する。

【0024】SOC一起電圧特性から求めた ΔSOC (起電圧)が正しければ、両SOCは同一であり、図5に示す理想線に乗る。しかし、 ΔSOC (起電圧)に誤差が生じていた場合には、図5における現実線のように、両者の関係がずれる。

【0025】本実施形態では、このようなずれが生じた場合に、電池ECU14は、SOC一起電圧特性から求めたSOCが放電量から求めたSOCに近づくように補正する。これによって、より正しいSOC一起電圧特性を利用して、SOCの検出が行える。

【0026】ここで、絶対的なSOCが計測できる時点からの積算値との比較によれば、SOC一起電圧特性をそのまま訂正できる。すなわち、しきい値AのSOCの絶対的な値を知ることができれば、その後充電を強制的に行うことで、SOC一起電圧特性を効果的に補正できる。例えば、低SOCにおいては、IV判定(そのときの電流と電圧の関係)などによって、絶対的にSOC値を知ることができる。そこで、その点から強制的な充電を行いSOC一起電圧特性の学習が行える。

【0027】なお、上述の説明においては、充電電流の積算を利用した。これは、HV車などでは、SOCを低くすると、その後の運転において、バッテリー10の容量不足を来す危険があるからである。しかし、目的地を設定しての走行であって、この先下り坂が継続することがわかっている場合や、その後停車して充電が行える場合などでは、強制的な放電を行うこともできる。すなわち、所定の高SOCになった時点から、エンジンを停止するなどして強制的な放電を行い、所定のSOCに至ったときに、通常の運転に戻ることで、上述の充電と同様の強制的なSOC変化を得ることができ、その際の ΔSOC (積算)と、SOC一起電圧特性から求めた ΔSOC (起電圧)の変化から所望の補正が行える。また、このような放電電流の積算では、放電電流の積算値は、1

00%バッテリー10の容量減少につながるため、放電電流の積算による ΔSOC (積算)は、非常に正しいものであり、SOC一起電圧特性についてより精度の高い補正が行える。

【0028】次に、図6のフローチャートに基づいて、本実施形態の動作について説明する。まず、SOCが所定のしきい値(しきい値A)を下回ったかを判定する

(S11)。この判定で、NOであれば本実施形態の学習は行わないため、S11の判定を繰り返す。S11の判定で、YESであれば、学習用のパラメータを初期化する(S12)。具体的には、変数SOC1にSOC一起電圧特性から求めたしきい値Aを入力し、また電流量の積算値についての変数Q=0とする。そして、このようなセットが終わった場合には、学習を制御する(S13)。すなわち、SOC一起電圧特性に基づく、SOCの算出を行うとともに、積算電流量Qの積算を行う。すなわち、そのときの検出起電圧に基づき、SOCを求めるとともに、Qに対し、電流量の積算値を順次加算する。

【0029】そして、システムに充電要求を出力し(S14)、SOCが所定値(しきい値B)に至ったかを判定する(S15)。すなわち、SOC一起電圧特性から求めたSOCが予め定めた値に至ったか否かを判定し、至っていなかった場合にはS13に戻り処理を繰り返す。

【0030】S15において、YESであれば、最終的な ΔSOC と、 ΔSOC (積算)の関係から、SOC一起電圧特性を修正し学習を終了する(S16)。このように、 ΔSOC (積算)によりSOC一起電圧特性を修正することができるため、SOC一起電圧特性を正しいものに修正することができる。特に、強制的な充電により、SOC変化を大きくして、 ΔSOC (積算)と比較することができる。そこで、SOC一起電圧特性についての高精度の補正を達成することができる。

【0031】なお、強制的な放電を行うフローチャートも実質的に同一であり、これによっても同様の効果が得られる。

【0032】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、強制的な充電により、SOC変化を大きくして、 ΔSOC (積算)と比較することができる。そこで、SOC一起電圧特性についての高精度の補正を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施形態の装置の構成を示す図である。

【図2】 メモリ効果を説明する図である。

【図3】 起電圧を説明する図である。

【図4】 SOCの変化を示す図である。

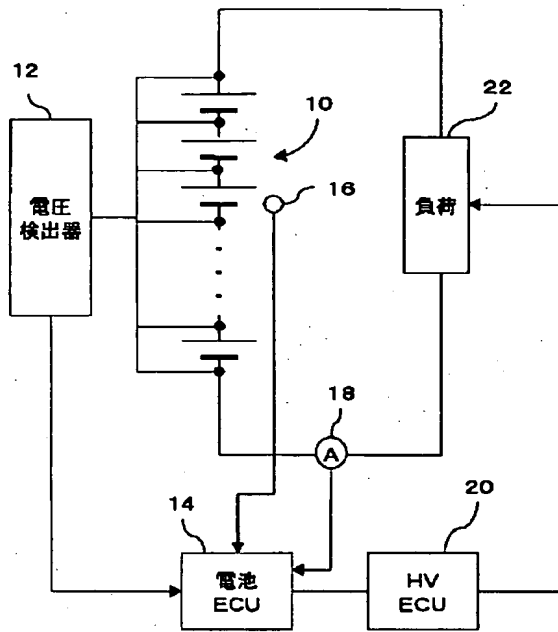
【図5】 ΔSOC (積算)と ΔSOC (起電圧)の関係を示す図である。

【図6】 実施形態の動作を示すフローチャートである。

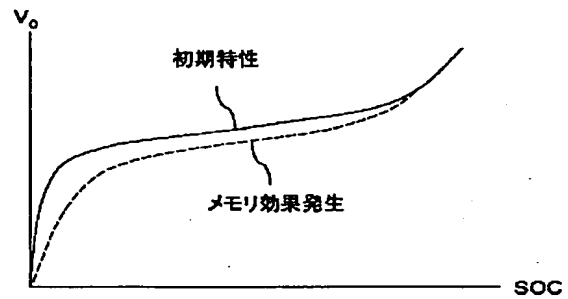
【符号の説明】

* 10 バッテリ、12 電圧検出器、14 電池ECU
 U、16 温度センサ、18 電流検出器、20 HV
 * ECU、22 負荷。

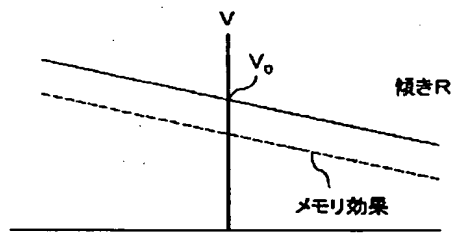
【図1】



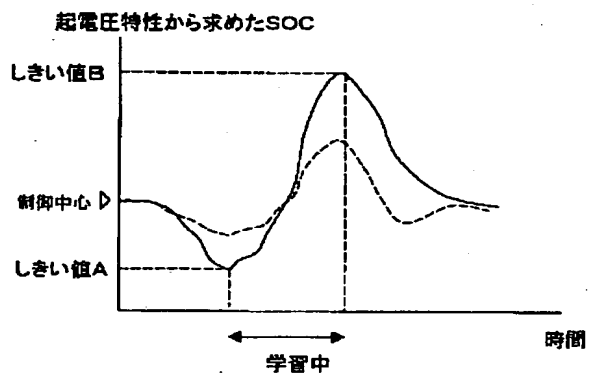
【図2】



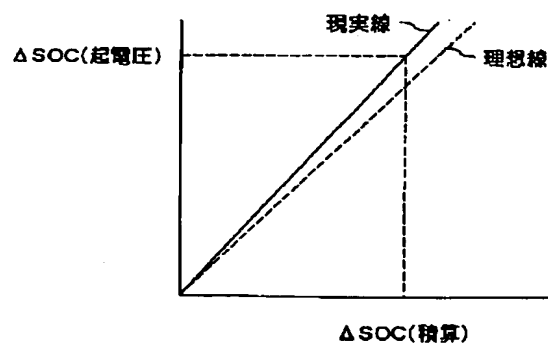
【図3】



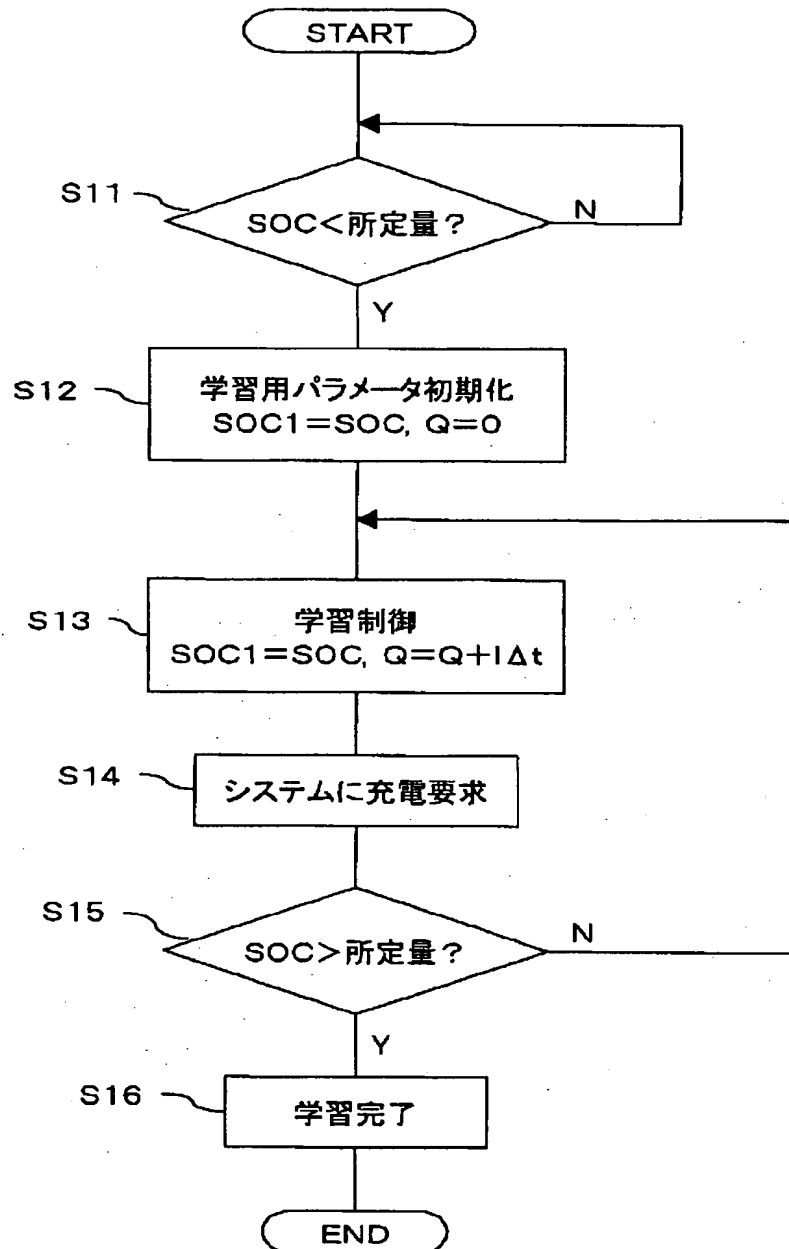
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 川内 滋博
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内

Fターム(参考) 2G016 CA03 CB12 CB13 CB22 CB32
CC01 CC04 CC27
5G003 AA07 BA03 CA06 CC02 DA07
EA05 FA06 GC05
5H030 AA08 AS08 FF42 FF43 FF44